

# Warunki depozycji szczątków kręgowców w osadach środowisk okołopływowch dolnego wapienia muszlowego (anizyku) w kopalni „Stare Gliny” koło Olkusza

Michał Matysik<sup>1,2</sup>, Dawid Surmik<sup>3,4</sup>



M. Matysik



D. Surmik

**Depositional conditions of vertebrate remains within the Lower Muschelkalk (Anisian) peritidal carbonates of the “Stare Gliny” quarry near Olkusz (Kraków-Silesia region, southern Poland).** Prz. Geol., 64: 495–503.

**A b s t r a c t.** A detailed sedimentological study of the Lower-Middle Muschelkalk (Middle Triassic) carbonate succession exposed at the “Stare Gliny” quarry near Olkusz (Kraków-Silesia region, southern Poland) revealed numerous vertebrate remains within its lowermost sedimentary unit. This 7-m-thick package onlaps a gently-inclined surface of a paleoisland made of the Devonian (Givetian) dolostones, and was deposited during a transgressive phase of the second Middle Triassic transgression onto the southern Poland. The package consists largely of: 1) unfossiliferous dolosiltites and fine-grained dolarenites, the tops of which commonly contain root molds and small-scale karstic forms; 2) breccias (minor conglomerates) with lithoclasts of Givetian dolostones; 3) dolocretes; and 4) dolomitic shales. This lithofacies association represents a restricted lagoon which experienced longer periods of emersion. A minor occurrence of cryptalgal laminites reflects only temporary sedimentation in the intertidal zone of a tidal flat. The bone fragments occur within all types of lithofacies, but the macroscopically distinguishable specimens have been found exclusively in the dolocretes. The poor preservation and advanced disarticulation of bones hinder unequivocal assessment of their affinity. The small size of bones suggests that they represent prolacertiforms (perhaps juvenile *Macrocnemus*) or other small archosauromorphs similar in sizes to *Protorosaurus* or *Czatkowiella* whose remains were found in the 1950s within cave deposits, in the same outcrop. *Macrocnemus* widely inhabited Middle Triassic lagoons and tidal flats across Paleo-Europe and thus seems to fit well to the peritidal setting surrounding the “Stare Gliny” paleoisland. The bone-bearing package occurs 30 metres below the 5-m-thick oncolitic package that is widely regarded as a correlation horizon over the entire Kraków-Silesia region, and 15 metres below the sequence boundary marking the top of the Góraźdże Beds in the Opole region and the Olkusz Beds in the Kraków-Silesia region. On the basis of these correlations, a conclusion can be made that the vertebrate assemblage is Bithynian/Pelsonian (middle Anisian) in age.

**Keywords:** vertebrate remains, cliff facies, Lower Muschelkalk, Anisian, Silesia

Badania sedymentologiczne i paleontologiczne morskich utworów triasu środkowego Górnego Śląska, kontynuowane od niemalże dwustu lat, ujawniają systematycznie nowe znaleziska szczątków morskich i lądowych kręgowców (Zeuschner, 1836; v. Meyer 1847–1855, Gürich, 1884; Schrammen, 1899; Huene, 1902, 1916, 1936; Volz, 1902; Schmidt, 1928; Assmann, 1944; Lis & Wójcik, 1958, 1960; Tarlo, 1959; Sobczyński & Szuwarzyński, 1977; Chrząstek & Niedźwiedzki, 1998; Bardziński i in., 2008; Surmik, 2010a, b; Sulej i in., 2011; Kowal-Linka & Bodzioch, 2012; Surmik & Brachaniec, 2013; Kowal-Linka i in., 2014; Surmik i in., 2016). Z zapisu paleontologicznego środkowego triasu Śląska są znane niemal wyłącznie ziemno-wodne gady, reprezentujące nadrzędy *Sauropterygia* i *Ichthyopterygia*. Wśród nich najbardziej powszechnym rodzajem jest *Nothosaurus* (Rieppel & Hagdorn, 1997; Surmik, 2010b), ale znane są także inne rodzaje: *Cymatosaurus* (Schrammen, 1899; Surmik, 2010b), *Pistosaurus* (Hagdorn, 2007), *Dactylosaurus* (Rieppel & Kebang, 1995; Surmik, 2010a, b; Kowal-Linka & Bodzioch, 2012) i *Tanytrops* (Surmik, 2010b). Dużo rzadziej są znajdowane plakodonty oraz prymitywne ichtiozaury (por. Surmik, 2010b). W niektórych horyzontach kostnych występują liczne szczątki ryb chrzęstno- i kostnoszkieletowych (Chrząstek

& Niedźwiedzki, 1998). Zarówno szczątki gadów, jak i ryb są zachowane w stanie dysartkułowanym, jako pojedyncze zęby, kości lub ich fragmenty. Niekiedy opisywano bardziej kompletne okazy (np. Volz, 1902).

Intensywne prace eksploatacyjne i wydobywcze prowadzone w ostatnich latach przez kopalnię odkrywkową „Stare Gliny” w Jaroszowcu koło Olkusza (ryc. 1) odsłoniły kilkumetrowej miąższości pakiet dolomitów triasu środkowego (anizyku), zawierających liczne szczątki kręgowców. Utwory te, podobnie jak pozostała część sukcesji dolnego i środkowego wapienia muszlowego w tym rejonie, zalegają przekraczając na tektonicznie zdeformowanym podłożu dewońskim (Lis & Wójcik, 1958; Alexandrowicz, 1971). Krótką charakterystykę tych osadów oraz interpretację ich środowiska sedymentacji i wieku przedstawił Szulc (2007). Zdaniem tego autora: 1) na brekcji podstawowej złożonej z litoklastów dolomitów dewońskich leżą pozbawione skamieniałości, ciemnoszare margle i laminowane dolomity ze strukturami z wysychania, deponowane w lagunie o ograniczonej cyrkulacji otoczonej przez skaliste brzegi przyległej wyspy; 2) powyżej tych utworów występują wapienie bioklastyczne, zawierające liliowce, ramienionogi, gąbki i koralowce – faunę typową dla warstw terebratulowych i karchowickich na Śląsku Opolskim.

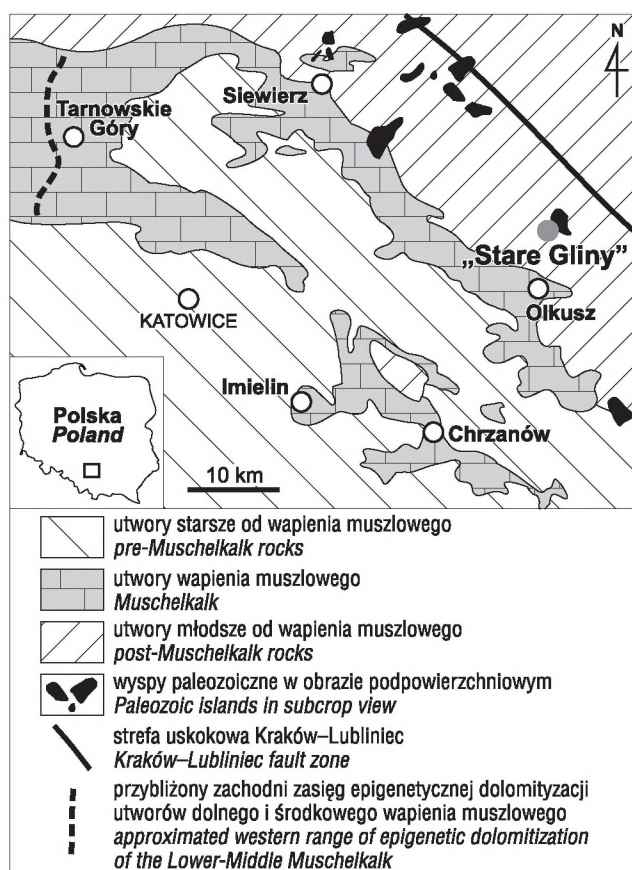
<sup>1</sup> Natural History Museum of Denmark, University of Copenhagen, Øster Voldgade 5–7, DK-1350 Copenhagen K, Denmark; ma4tys@interia.pl.

<sup>2</sup> Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Jagielloński, ul. Oleandry 2a, 30-063 Kraków.

<sup>3</sup> Park Nauki i Ewolucji Człowieka, ul. 1-go Maja 10, 46-040 Krasiejów; dawid@surmik.pl.

<sup>4</sup> Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec.





**Ryc. 1.** Lokalizacja stanowiska w „Starych Glinach” na tle wychodni wapienia muszlowego oraz archipelagu wysp dębnicko-siewierskich w obrazie podpowierzchniowym (mapa geologiczna wg Myszkowskiej, 1992 – uproszczona; rozmieszczenie wysp wg Wyczółkowskiego, 1971, 1982)

**Fig. 1.** Location of the “Stare Gliny” quarry in the Kraków-Silesia region (geological map simplified from Myszkowska, 1992; the location of islands in subcrop view after Wyczółkowski, 1971, 1982)

W niniejszym artykule zaprezentowano szczegółowy opis środowiska depozycji szczątków kręgowców, zamieszkujących w anizyku okolice wyspy „Starych Glin”, oraz zdefiniowano wiek tego zespołu. Omawiane odsłonięcie jest unikalne w skali całego Górnego Śląska, ponieważ daje wgląd w kopalny ekosystem obszarów przyklifowych, które najwyraźniej były zasiedlane przez liczne formy gadów (Lis & Wójcik, 1958, 1960; Tarło, 1959). Prace terenowe prowadzono w latach 2010–2012. Zebrano 78 próbek skalnych, z których wykonano zglądy polerowane oraz 22 preparaty mikroskopowe. Szesnaście próbek rozpuszczono w kwasie mrówkowym w celu wypreparowania elementów kostnych. Cztery próbki przeznaczono do badań składu mineralnego metodą proszkowej dyfrakcji rentgenowskiej.

## KONTEKST PALEOGEOGRAFICZNY

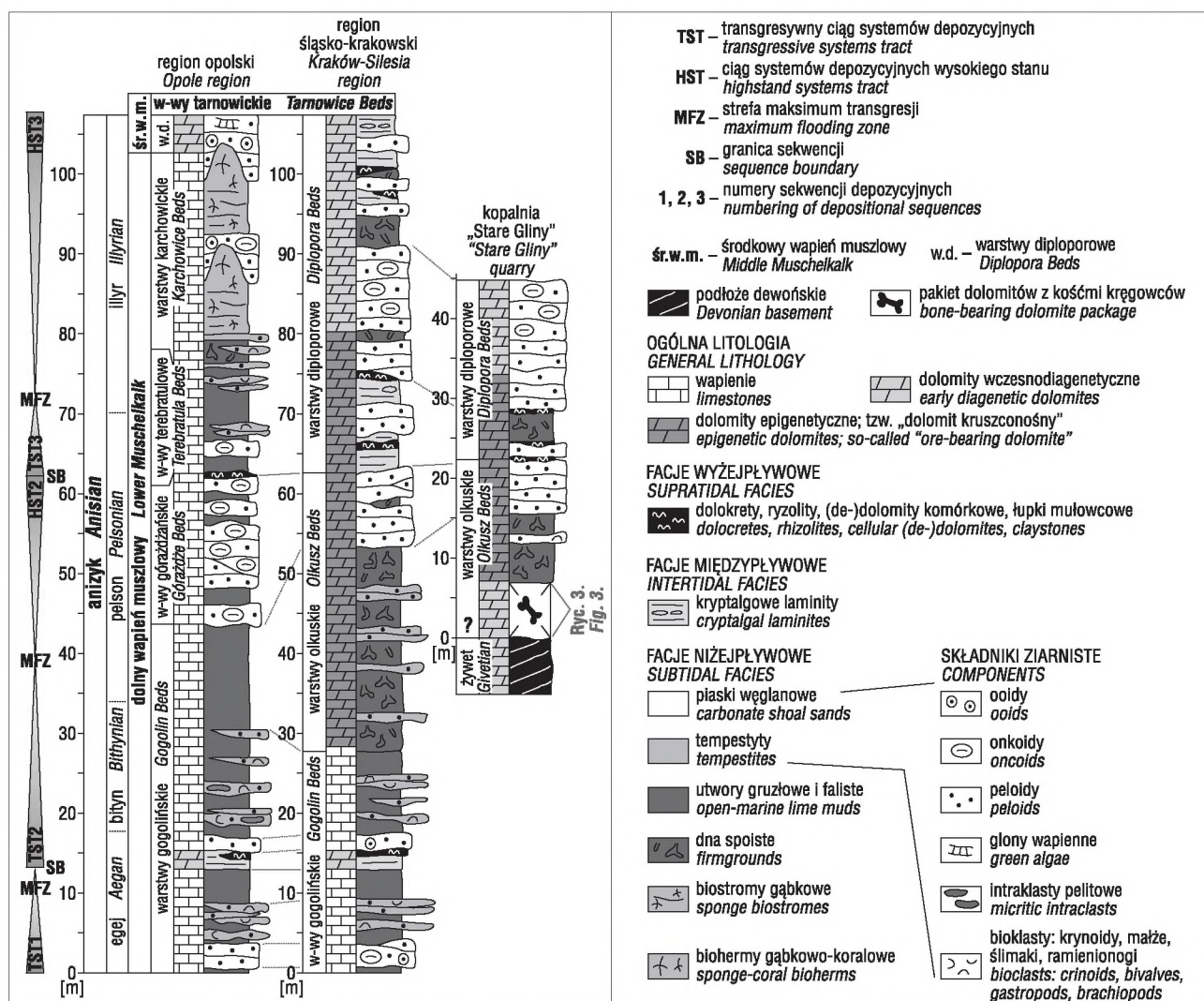
W środkowym triasie obszar Górnego Śląska stanowił próg podmorski, oddzielający basen germański *sensu stricto* od położonego na południe oceanu Tetydy (Szulc, 2000). Od wschodu subbasen górnośląski był ograniczony lądem małopolskim oraz archipelagiem kilkunastu wysp, zwanym wałem dębnicko-siewierskim (Śliwiński, 1964). Wyspy były zbudowane z dolomitów dewonu środkowego (podrzednie

z wapieni karbonu dolnego) i zostały tektonicznie wyniesione podczas ruchów waryscyjskich (Śliwiński, 1964; Wyczółkowski, 1971, 1982). Przez cały karbon późny, perm i trias wczesny uszczelnione skały węglanowe były poddawane intensywnemu krasowieniu (Głazek, 1989), które prowadziło z jednej strony do przekształcania morfologii wysp i tworzenia zatok, a z drugiej do rozwoju szczelin krasowych, lejów i jaskiń (Lis & Wójcik, 1958, 1960; Paszkowski & Wiczorek, 1982). Część form krasowych stanowiła schronienie dla wczesnotriasowych lądowych kręgowców (Paszkowski & Wiczorek, 1982; Borsuk-Białynicka i in., 1999, 2003; oraz cały tom pod redakcją Borsuk-Białynicka & Evans, 2009) oraz środkowotriasowych ziemno-wodnych i lądowych gadów (Lis & Wójcik, 1958, 1960; Tarło, 1959). Pod koniec triasu wczesnego, po trwającej blisko 80 milionów lat emersji, na obszar wału dębnicko-siewierskiego powróciły warunki morskie, a kolejne pulsy transgresyjne w triasie środkowym stopniowo zatapiały coraz wyżej położone partie wysp (Wyczółkowski, 1982). Erozja brzegów elewacji dostarczała do basenu różnej wielkości fragmentów skalnych (Śliwiński, 1964; Alexandrowicz, 1971; Wyczółkowski, 1971; Senkowiczowa, 1998). Większość okruców została zdeponowana w odległości nieprzekraczającej kilkadziesiąt metrów od krawędzi wysp, a tylko nieliczne zostały przemieszczone dalej (Matysik, 2012, 2016). Jedną z takich wysp była wyspa „Starych Glin”.

## POZYCJA STRATYGRAFICZNA

Odsłonięta w kopalni „Stare Gliny” sukcesja wapienia muszlowego jest wykształcona w sposób typowy dla całego obszaru śląsko-krakowskiego (Matysik, 2014, 2016) i zawiera kilka ważnych poziomów korelacyjnych, pozwalających wiarygodnie określić dokładną pozycję stratygraficzną omawianego pakietu dolomitów z kośćmi kręgowców oraz zawęzić jego wiek (ryc. 2). Przede wszystkim pakiet ten znajduje się 30 m poniżej horyzontu onkolitów, rozpręstrzonego szeroko w regionie śląsko-krakowskim (Alexandrowicz, 1971; Bilan & Golonka, 1972; Myszkowska, 1992; Matysik, 2014) i uważanego za środkową część warstw diploporowych (Myszkowska, 1992; Matysik, 2014). Ponadto, omawiany pakiet występuje 15 m poniżej górnej granicy drugiej sekwencji depozycyjnej (*sensu* Szulc, 2000), wyznaczającej strop warstw górażdżańskich na Śląsku Opolskim (Szulc, 2000) oraz strop warstw olkuskich w regionie śląsko-krakowskim (Matysik, 2014). Na tej podstawie można stwierdzić, że pakiet dolomitów z kośćmi kręgowców odpowiada środkowej części warstw olkuskich, czyli dolnemu pelsonowi (Zawidzka, 1975; Nawrocki & Szulc, 2000). Zapewne utworzył się on podczas postępującej z południowego zachodu drugiej transgresji wapienia muszlowego (*sensu* Szulc, 2000), czyli nie wcześniej niż w bitynie (Zawidzka, 1975; Nawrocki & Szulc, 2000). Biorąc pod uwagę pewne opóźnienie w postępie transgresji na obszar archipelagu wysp dębnicko-siewierskich względem pozostałej części Górnego Śląska (Wyczółkowski, 1971, 1982), należy oczekiwać, że omawiany pakiet dolomitów reprezentuje przedział od środkowego bitynu do dolnego pelsonu.





**Ryc. 2.** Pozycja stratygraficzna sukcesji wapienia muszlowego ze „Starych Glin” na tle profilu zbiorczego dolnego wapienia muszlowego z regionu śląsko-krakowskiego oraz regionu opolskiego. Pomimo różnego wykształcenia litofacjalnego sukcesji z obu regionów (począwszy od wyższej części warstw gogolińskich do spagu warstw tarnowickich), możliwa jest ich dokładna korelacja przy użyciu charakterystycznych poziomów litostratygraficznych oraz stratygrafii sekwencji (schemat wg Matysika, 2014 – uproszczony; podział litostratygraficzny wg Assmanna, 1944 z późniejszymi poprawkami Śliwińskiego, 1961 dla wapienia muszlowego regionu śląsko-krakowskiego; chronostratygrafia wg Zawidzkiej, 1975; schemat stratygrafii sekwencyjnej wg Szulca, 2000)

**Fig. 2.** A generalized lithostratigraphic column for the Muschelkalk succession exposed at the “Stare Gliny” quarry and its correlation with the Muschelkalk of the Kraków-Silesia and Opole regions based on several marker beds and key surfaces. The bone-bearing dolomitic package corresponds to the uppermost Gogolin Beds or the lowermost Olkusz Beds, and represents a Bithynian/Pelsonian transition (scheme simplified from Matysik, 2014; lithostratigraphic divisions after Assmann, 1944 and Śliwiński, 1961; chronostratigraphy after Zawidzka, 1975; sequence stratigraphy after Szulca, 2000)

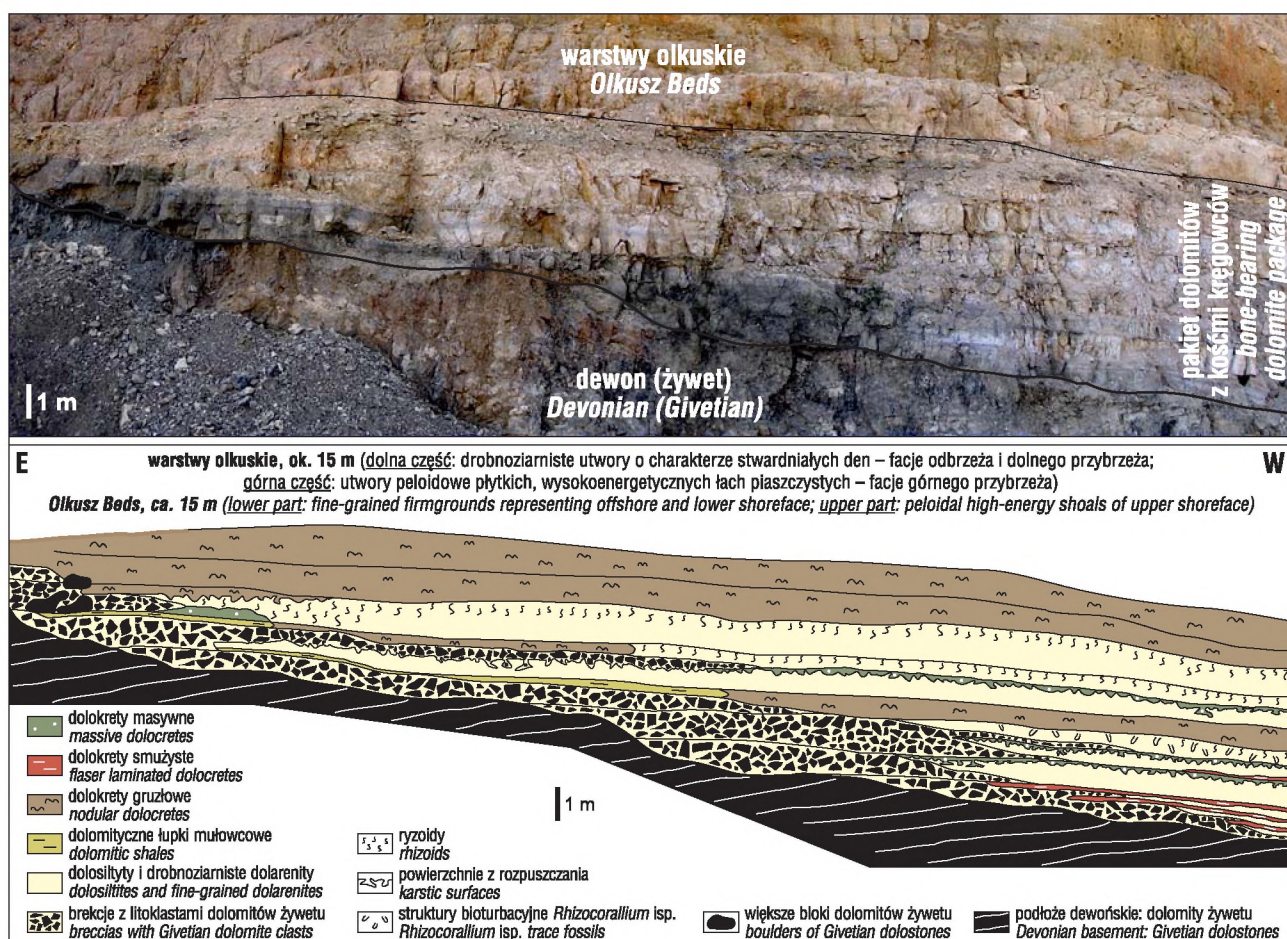
### PAKIET DOLOMITÓW Z KOŚCIAMI KRĘGOWCÓW

Badany pakiet dolomitów z kośćmi kręgowców zalega przekraczającą na tektonicznie wychylonych i częściowo zerodowanych dolomitach żywetu, przy czym powierzchnia dewońska nie ma w tym miejscu charakteru stromego klifu, jak w pozostałej części odkrywki, ale poлогоgo stołu o nachyleniu kilkunastu stopni w kierunku południowo-zachodnim (ryc. 3). Miąższość pakietu w najbardziej oddalonym od wyspy miejscu wynosi 7 m (stan na 2011 r.) i stopniowo maleje w kierunku kontaktu z brzegiem elewacji. W obrębie analizowanych utworów można wyróżnić pięć charakterystycznych typów litofacjalnych, reprezentujących różne warunki sedimentacji w obrębie jednego systemu depozycyjnego: 1) dolosiltyty i drobnoziarniste dolarenity;

2) brekcje (podrzędnie zlepienie) z litoklastami dolomitów żywetu; 3) dolokrety (= caliche); 4) dolomityczne łupki mułowcowe; oraz 5) kryptoalgowe laminity (= planarne stromatolity, biolaminity). Szczegółowy opis poszczególnych typów litofacjalnych oraz interpretację ich środowiska sedimentacyjnego zamieszczono w tabeli 1.

Powyższe litofacje wykazują pewną cykliczną organizację w pionie przy jednoczesnym obocznym zastępowaniu się na przestrzeni kilkunastu metrów w obrębie tej samej ławicy, w miarę oddalania się od brzegu wyspy dewońskiej (Matysik, 2012). Powszechnie najbliższemu kontaktowi z podłożem dewońskim występują brekcje i zlepienie z litoklastami żywetu przewarstwiane cienkimi horyzontami dolomitycznych łupków mułowcowych i poziomami dolokretów. W kierunku otwartego morza przechodzą one stopniowo w dolosiltyty i drobnoziarniste dolarenity (podrzędnie kryptoalgowe





**Ryc. 3.** Szczegółowy obraz pionowej i poziomej zmienności litofacjalnej w obrębie pakietu dolomitów z kośćmi kręgowców, zalegającego z niezgodnością przekraczającą na tektonicznie wychylonym i nie w pełni speneplenizowanym podłożu dewońskim. Najbliższy brzegu wyspy „Starych Glin” dominują brekcje z litoklastami dolomitów żywetu, dolomityczne łupki mułowcowe i dolokrety, natomiast ku otwartemu morzu są one stopniowo zastępowane przez dolosiltity i drobnoziarniste dolarenity, których stropowe partie noszą ślady wynurzenia – ryzoidy, caliche oraz powierzchnie z rozpuszczania, świadczące o cyklicznym wynurzaniu osadu zgromadzonego w lagunach.

**Fig. 3.** A vertical and lateral lithofacies variability within the bone-bearing dolomitic package onlapping the gently-inclined “Stare Gliny” paleoisland built of the Devonian (Givetian) dolostones. In the immediate vicinity of the paleoisland, the package displays an alternation of dolomitic shales, dolocretes, and breccias composed of Givetian lithoclasts. Towards the sea, these facies are replaced by dolosiltites and fine-grained dolarenites, the tops of which are karstified, calicheified or bioturbated by plant roots, indicating a cyclic emersion of lagoonal deposits.

laminitę), noszące ślady częstego wynurzenia – ryzoidy, caliche oraz powierzchnie z rozpuszczania. Przykład relacji przestrzenno-czasowych pomiędzy powyższymi litofacjami przedstawiono na rycinie 3.

### MATERIAŁ KOSTNY

Fragmenty kostne występują we wszystkich wyróżnionych typach litofacjalnych, jednak makroskopowo widoczne okazy znaleziono jedynie w dolokretach (ryc. 4E, M, N). Okazy wielkości kilku centymetrów są na ogół rzadko spotykane, natomiast małe fragmenty kostne – na tyle często, że w każdym z 22 preparatów mikroskopowych zidentyfikowano po kilka fragmentów (ryc. 4A, I). Oprócz pokruszenia do małych rozmiarów, wiele elementów kostnych jest także zwietrzałych. Dodatkowym problemem jest znaczna twardość skały otaczającej elementy kostne, która uniemożliwia ich macerację. Ze względu na słaby stan zachowania zgromadzonego materiału kostnego trudno określić jego dokładną przynależność taksonomiczną.

Znacznie lepiej zachowane i bardziej kompletne szczątki morskich i lądowych kręgowców triasowych zna-

leżono pod koniec lat 50. XX w. w tym samym odsłonięciu, ale w osadach jaskini korytarzowej penetrującej skały dewonu (Lis & Wójcik, 1958, 1960; Tarło, 1959). Okazy pochodzące z tego nagromadzenia nie doczekały się dotąd szczegółowego opracowania taksonomicznego, aczkolwiek Tarło (1959), który prowadził prace wykopaliskowe w „Starych Glinach”, zidentyfikował kości archozaurów (prawdopodobnie *Thecodontosaurus*), notozaurów oraz lądowych prolacertiformów z rodzaju *Macrocnemus*, a także zęby i łuski ryb *Gyrolepis* i *Saurichtys*. Część okazów zabezpieczona przez Tarło została zabrana do Wielkiej Brytanii. Inna część trafiła do zbiorów ówczesnego Muzeum Ziemi UW (Surmik, 2013). Ta bogata kolekcja stanowi obecnie przedmiot odrębnej analizy taksonomicznej i tafonomicznej. Z dotychczasowych badań wynika, że materiał kostny obejmuje liczne kręgi, kości kończyn, żebra, zuchwy i fragmenty czaszek, należące do niewielkich prolacertiformów, być może juwenilnych form *Macrocnemus* lub innych archozauiomorfów o podobnych rozmiarach ciała co *Protorosaurus* lub *Czatkowiella*. Nagromadzenie to jest interpretowane jako rezultat sztormowego i falowego namywania kości organizmów morskich do wnętrza jaskini



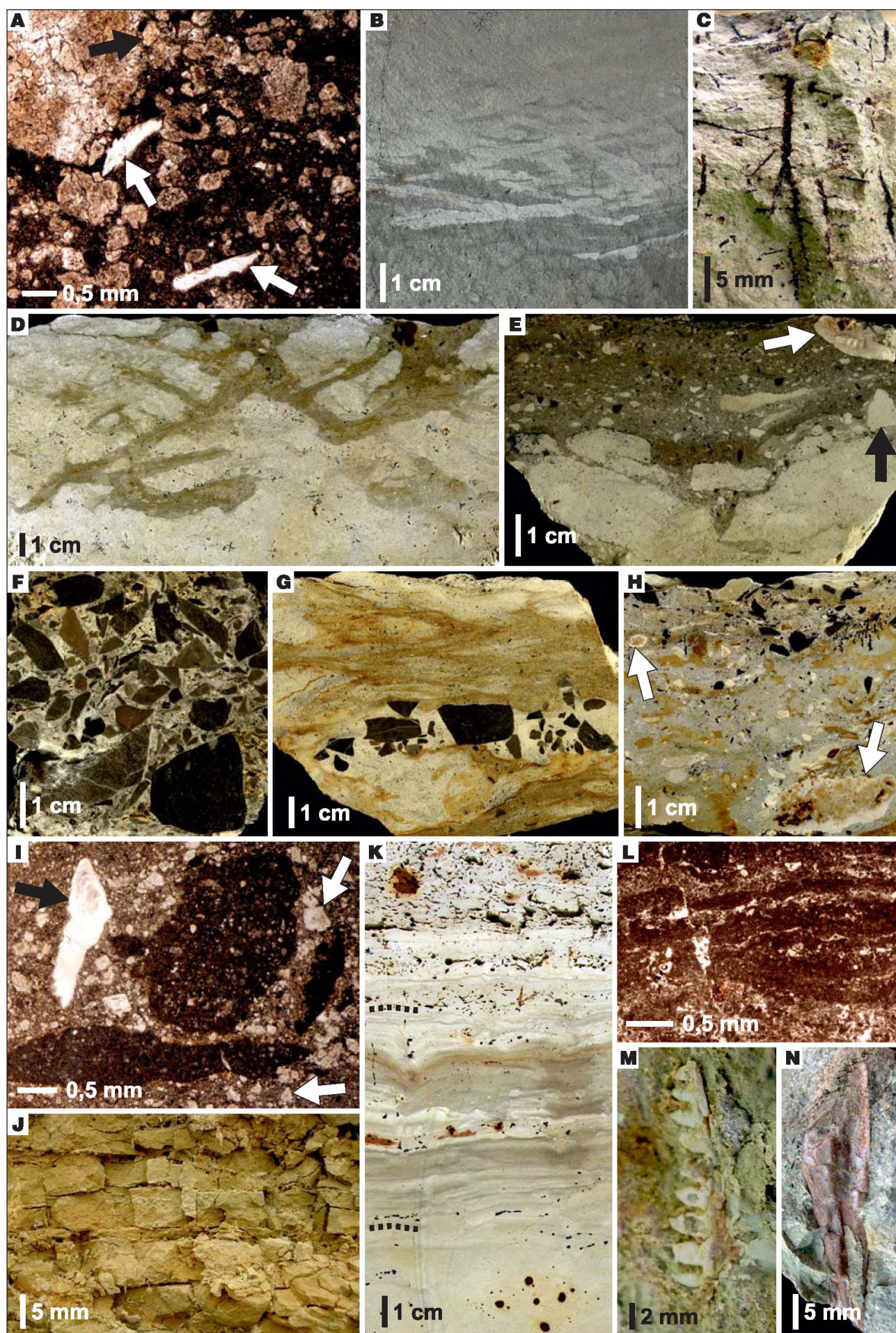
**Tab. 1.** Opis i interpretacja litofacji, budujących najniższą (kościonośną) część sukcesji wapienia muszlowego w kopalni „Stare Gliny”  
**Table 1.** Description and interpretation of lithofacies types building the lowermost (bone-bearing) part of the Muschelkalk succession at the “Stare Gliny” quarry

<p style="text-align: center;"><b>Dolosility i drobnoziarniste dolarenity</b>  <b>Dolosilites and fine-grained dolarenites</b></p> <p><b>Opis:</b> Szare waki i ziarnity dolomityczne zbudowane z triasowego dolomikrytu, w którym występują izolowane ksenomorficzne kryształy dolomitów powstałe w efekcie całkowitej dezintegracji litoklastów dewońskich do frakcji piaskowej i pyłowej (ryc. 4A); brak struktur sedimentacyjnych; pojedyncze ośrodki wewnętrzne ślimaków i małżów; w jednej z ławic rozpoznano liczne nory <i>Rhizocorallium</i> isp. (ryc. 4B); w stropie wielu ławic drobne nitkowate pustki (ryzoidy) (ryc. 4C), których ilość zazwyczaj wzrasta ku górnej powierzchni ławicy, lub nieregularnej wielkości i kształtu kanały i zagłębienia krasowe (ryc. 4D, E), których głębokość i szerokość rośnie w kierunku kontaktu z brzegiem wyspy; osad wypełniający formy z rozpuszczania (patrz punkt 2 i 3) zawiera litoklasty skrasowiałej skały macierzystej o wielkości do kilku centymetrów (ryc. 4E)</p> <p><b>Description:</b> Cream-grey, structureless dolomitic wackestones and packstones comprising Triassic dolomicrite and various amounts of Devonian dolomite sand and silt grains resulted from an advanced disintegration of Devonian basement (Fig. 4A); sporadic gastropods and bivalves; one bed contains <i>Rhizocorallium</i> isp. (Fig. 4B); many bed tops show either small, empty root molds (rhizoids), the number of which increases upwards within a bed (Fig. 4C), or irregularly-shaped, centimetre-sized dissolution (karstic) canals and depressions (Fig. 4D, E) whose depth and width increases towards the contact with the paleoisland margin; sediment filling the dissolution forms (see point 2 and 3) contains centimetre-sized clasts of the underlying weathered rock (Fig. 4E)</p> <p><b>Interpretacja:</b> Niskoenergetyczna laguna, z dala od niżepływowch obszarów produkcji węglanowej - na podstawie drobnej frakcji osadu, podrzędnego udziału skamieniałości szkieletowych oraz obecności nor <i>Rhizocorallium</i> isp. (np. Seilacher, 1986; Knaust, 2013); częste okresy wynurzenia - na podstawie obecności ryzoidów i poziomów krasu synsedymenacyjnego (Shinn i in., 1969)</p> <p><b>Interpretation:</b> Low-energy lagoon, isolated from subtidal areas of carbonate production - based on the fine-grained nature of sediments, minor contribution of skeletal fragments, and presence of <i>Rhizocorallium</i> isp. (e.g., Seilacher, 1986; Knaust, 2013); frequent episodes of subaerial exposure - based on ubiquitous rhizoids and small-scale karstic forms (Shinn et al., 1969)</p>
<p style="text-align: center;"><b>Brekcje (podrzednie zlepienie) z litoklastami dolomitów żywetu</b>  <b>Breccias (minor conglomerates) with Givetian dolomite clasts</b></p> <p><b>Opis:</b> Gęsto upakowane, źle wysortowane i ogólnie chaotycznie zorientowane fragmenty skalne przerobionego podłoża dewońskiego o wielkości do kilku centymetrów scementowane kremowym dolosilitem i drobnoziarnistym dolarenitem (patrz punkt 1) (ryc. 4F); lokalnie poziome ułożenie kilku płaskich klastów i częściowe zaokrąglenie krawędzi; lateralny zasięg brekcji do kilkunastu metrów od brzegu wyspy</p> <p><b>Description:</b> Clasts of black Devonian dolomites embedded in a cream-colour dolosilite and fine-grained dolarenite matrix (see point 1) (Fig. 4F); clasts are densely packed, poorly sorted, randomly oriented, angular, and up to a few centimetre across (rarely horizontally aligned and well rounded); breccia lenses extend up to several metres from the island margin</p> <p><b>Interpretacja:</b> Niskoenergetyczna laguna - na podstawie dolosilitu i drobnoziarnistego dolarenitu jako matriks (patrz punkt 1), charakteru okruców oraz niewielkiego obocznego zasięgu brekcji</p> <p><b>Interpretation:</b> Low-energy lagoon - based on the breccia matrix (see point 1), clast features, and small lateral extent of breccia lenses</p>
<p style="text-align: center;"><b>Dolokrety (= caliche)</b>  <b>Dolocrete (= caliche)</b></p> <p><b>Opis:</b> Smużyste, gruzłowe lub masywne (bezstrukturalne) drobnoziarniste dolomity barwy brunatnej i szarej (ryc. 4G, H) zbudowane z dolomikrytu i/lub dolomikrosparytu, w którym tkwią detrytyczne kryształy dolomitów dewońskich frakcji piaskowej i pyłowej oraz peloidy i intraklasty utworzone z gęstego (auto)mikrytu o teksturze afanitowej, kłaczkowej lub mikropeloidowej (ryc. 4H, I); niewielka domieszka kwarcu i muskowitu na podstawie XRD; sporadyczne poligonalne struktury z wysychania o średnicy poligonów do 15 cm</p> <p><b>Description:</b> Flaser, nodular or massive (structureless) dolomites (Fig. 4G, H) composed of dolomicrite and/or dolomicrospar with scattered Devonian dolomite sand/silt and automicrite peloids showing aphanitic, clotted or micropeloidal texture (Fig. 4H, I); trace amounts of detrital quartz and mica revealed by XRD; sporadic desiccation cracks with polygons up to 15 cm across</p> <p><b>Interpretacja:</b> Równia wyżepływowa - na podstawie charakterystycznych tekstur, obecności ziaren gęstego automikrytu i struktury z wysychania (Esteban &amp; Klappa, 1980; Wright &amp; Tucker, 1991; Alonso-Zarza, 2003)</p> <p><b>Interpretation:</b> Supratidal flat - based on the characteristic textures of sediments and the presence of desiccation cracks and automicrite peloids (Esteban &amp; Klappa, 1980; Wright &amp; Tucker, 1991; Alonso-Zarza, 2003)</p>
<p style="text-align: center;"><b>Dolomityczne łupki mułowcowe</b>  <b>Dolomitic shales</b></p> <p><b>Opis:</b> Szare, brunatne i zielone miękkie skały (ryc. 4J) zbudowane z ziaren kwarcu i blaszek muskowitu rozproszonych w dolomikrycie; zalegają na nierównych powierzchniach erozyjnych</p> <p><b>Description:</b> Grey-tan-green fissile deposits (Fig. 4J) consisting of detrital quartz grains and muscovite flakes dispersed in dolomicrite; the facies caps irregular, subaerially weather surfaces</p> <p><b>Interpretacja:</b> Równia wyżepływowa - na podstawie występowania na nierównych, zwietrzałych w warunkach subaeralnych powierzchniach</p> <p><b>Interpretation:</b> Supratidal flat - based on the occurrence on top of subaerially weathered surfaces</p>
<p style="text-align: center;"><b>Kryptoalgowe laminity (= planarne stromatolity, biolaminity)</b>  <b>Cryptalgal laminites (= planar stromatolites, biolaminites)</b></p> <p><b>Opis:</b> Beżowe dolomity o słabo widocznej, nieregularnej laminacji poziomej (ryc. 4K); laminie gęstego (auto)mikrytu o teksturze kłaczkowej lub mikropeloidowej (podrzednie afanitowej) przerywane laminami rzadszego dolomikrosparytu (ryc. 4L); częste ryzoidy (ryc. 4K); najrzadziej występująca litofacja</p> <p><b>Description:</b> Beige dolomites with irregular horizontal lamination (Fig. 4K) dominated by thin microbial (dense automicrite with clotted, micropeloidal or minor aphanitic texture) layers alternating occasionally with detrital (dolomicrospar) layers (Fig. 4L); common rhizoids (Fig. 4K); the least abundant facies</p> <p><b>Interpretacja:</b> Równia międzypływowa - przez analogię do współczesnych węglanowych środowisk okołopływowych (np. Ginsburg, 1960; Kendall &amp; Skipwith, 1968; Shinn i in., 1969)</p> <p><b>Interpretation:</b> Intertidal flat - by analogy to modern, shallow-marine carbonate depositional systems (e.g., Ginsburg, 1960; Kendall &amp; Skipwith, 1968; Shinn et al., 1969)</p>

zasiedlanej przez organizmy lądowe lub zawierającej zdeponowane już wcześniej ich szczątki. Być może opisywane w niniejszym artykule fragmenty kostne z pakietu dolomitów reprezentują ten sam zespół organizmów, z wyłączeniem ryb. Warto jednak dodać, że owa jaskinia była

rozwinęta w wyższej części wyspy „Starych Glin”, a jej wylot - na podstawie opisu Lisa i Wójcika (1960) oraz obecnej znajomości morfologii wyspy - znajdował się ok. 30 m powyżej stropu badanego pakietu dolomitów. Jak słusznie zauważyli Lis i Wójcik (1960), wypełnianie jaskini







**Ryc. 4.** Przykłady litofacji, budujących badany pakiet dolomitów oraz występujących w nich kości kęgowców: **A** – obraz mikroskopowy drobnoziarnistego dolarenitu zbudowanego z detrytycznych kryształów dolomitów żywetu frakcji piaskowej otoczonych przez triasowy dolomikryt. Białe strzałki wskazują fragmenty kości, a czarna strzałka wskazuje kryształ dolomitu oderwany częściowo od litoklastu; **B** – drobnoziarnisty dolarenit z norami *Rhizocorallium* isp.; ku górze ławicy wzrasta stopień bioturbacji; **C** – stropowa część dolosiltitu, zawierająca proste, rozgałęziające się struktury po korzeniach; **D** – stropowa część dolosiltitu z rozwiniętymi kanałami krasowymi wypełnionymi smużyстым dolokretem; **E** – skrasowiała stropowa część dolosiltitu przykryta masywnym dolokretem, zawierającym litoklasty skały macierzystej (czarna strzałka) oraz kości kęgowców (biała strzałka); **F** – brekcja z czarnymi litoklastami dolomitów żywetu; **G** – dolokret smużysty z inkorporowanymi litoklastami dolomitów żywetu; **H** – dolokret masywny, zawierający liczne litoklasty i peloidy automikrytu o teksturze kłaczkowej (białe strzałki); **I** – obraz mikroskopowy dolokretu masywnego: różnej wielkości detrytyczne kryształy dolomitów żywetu (białe strzałki), fragmenty kości kęgowców (czarna strzałka) oraz litoklasty kłaczkowego automikrytu otoczone triasowym dolomikrytem; **J** – dolomityczny łupek mułowcowy; **K** – pionowe przejście od dolosiltitu (strefa niżepływowa), przez kryptoalgowy laminit (strefa międzypływowa), po ryzolit (strefa wyżejływowa); **L** – obraz mikroskopowy kryptoalgalowego laminitu zbudowanego w głównej mierze z gęstego automikrytu; **M** – fragment żuchwy prolacertiforma z dziewięcioma owalnymi zębami; **N** – fragment niezidentyfikowanej kości

**Fig. 4.** The bone-bearing dolomitic package – examples of lithofacies types and bone remains: **A** – photomicrograph of subtidal fine-grained dolarenite, showing detrital crystals of Givetian dolostones (completely disintegrated lithoclasts) floating in Triassic dolomicrite. White arrows point at bone fragments and black arrow indicates dolomite crystal partially separated from the lithoclast; **B** – subtidal fine-grained dolarenite with *Rhizocorallium* burrows. Note that the degree of bioturbation increases upwards in the layer; **C** – topmost part of subtidal dolosiltite containing straight, branching root molds; **D** – topmost part of subtidal dolosiltite containing small-scale karstic depressions infilled with flaser-laminated dolocrete; **E** – karstified topmost part of subtidal dolosiltite capped by massive dolocrete, containing lithoclasts of the host rock (black arrow) and bone remains (white arrow); **F** – breccia composed of black lithoclasts of Givetian dolostones cemented in Triassic dolosiltite; **G** – flaser-laminated dolocrete with incorporated lithoclasts of Givetian dolostones; **H** – massive dolocrete containing numerous lithoclasts and peloids composed of dense clotted automicrite (white arrows); **I** – photomicrograph of massive dolocrete, illustrating detrital crystals of Givetian dolostones (white arrows), bone fragments (black arrow) and lithoclasts of dense clotted automicrite, surrounded by Triassic dolomicrite; **J** – supratidal dolomitic mudstone; **K** – vertical transition from subtidal dolosiltite, through intertidal cryptalgal laminit, to supratidal rhizolite; **L** – photomicrograph of cryptalgal laminit, showing thicker laminae of dense aphanitic automicrite alternating with thin sparry laminae; **M** – jaw fragment of prolacertid reptile with 9 ovate teeth; **N** – fragment of unidentified bone



wymieszanym w różnych proporcjach łem rezydualnym, płaskimi otoczkami dolomitów żywetu naniesionymi z plaży oraz szczątkami kęgowców (w tym organizmów stricte morskich, tj. ryb) wymagało, żeby otwór jaskini znajdował się przynajmniej w zasięgu fal sztormowych. Poziom morza podniósł się wystarczająco wysoko dopiero w czasie sedymentacji warstw diploporowych, czyli znacznie później niż miała miejsce depozycja omawianego pakietu dolomitów (ryc. 2). W związku z tym kości z dolomitów oraz kości z osadów jaskiniowych mogą reprezentować zespoły o różnym składzie taksonomicznym i różnych wymaganiach środowiskowych, co należy mieć na uwadze przy ewentualnym ich porównywaniu.

Szczątków kęgowców nie znaleziono w utworach przykrywających omawiany pakiet dolomitów – ani w nadległych warstwach olkuskich (ryc. 2, 3), ani też w warstwach diploporowych, kończących sukcesję wapienia muszlowego w kopalni „Stare Gliny”, mimo że ich spągowa część także zawiera dolokrety oraz dolomityczne łupki mułowcowe (ryc. 2) i powstawała w systemie lateralnie migrujących lagun i obszarów wynurzonych (Matysik, 2014). Brak fragmentów kostnych w osadach młodszych od badanych dolomitów może być efektem procesów tafonomicznych (np. transportu pośmiertnego czy selektywnego rozpuszczania) lub wynikać z pierwotnego braku materiału kostnego podczas depozycji, co z kolei wskazywałoby, że kęgowce te były ściśle zależne od lagun i wyżejływowych równi, otaczających wyspę „Starych Glin” w owym czasie. Redepozycja kości ze stref bardziej otwartomorskich do obszarów sedymentacji okołopływowej wydaje się mało prawdopodobna ze względu na niską energię środowiska sedymentacji oraz obecność licznych fragmentów kości we wszystkich litofacjach, w tym wyżejływowych.

Omawiany teren stanowił najprawdopodobniej obszar żeru tych kęgowców, które poszukiwały pożywienia w wysychających kałużach. Środowiska sedymentacji okołopływowej w basenie germańskim i w obszarach przyległych były powszechnie zamieszkiwane przez *Macrocnemus* (Diedrich, 2002, 2008) – lądowego gada ok. metrowej długości, żywiącego się drobnymi skorupiakami (Diedrich, 2008). Najbardziej znane stanowisko ze szczątkami kostnymi, reprezentującymi ten rodzaj, w tym kilkoma niemal kompletnymi szkieletami, zostało opisane z Monte San Giorgio w Szwajcarii (np. Etter, 2002). Ponadto, liczne tropy (ichnrodzaj *Rhynchosauroides*) pozostawione w osadach równi pływowych na obszarze centralnych Niemiec i Holandii (np. Diedrich, 2002, 2008) oraz włoskich Alp Południowych (np. Avanzini & Renesto, 2002) także mogą należeć do *Macrocnemus*.

Fragmentaryczna natura opisywanych przez nas znalezisk z pakietu dolomitów nie pozwala na postawienie bezspornej diagnozy taksonomicznej. Nie mniej jednak, na podstawie analogii rozmiarów znalezionych szczątków kostnych do tych odkrytych przez Tarlo (1959) w osadach nieopodal leżącej jaskini korytarzowej, nie można wykluczyć, że zlokalizowane przez nas nagromadzenie reprezentuje podobny zespół taksonomiczny.

## PODSUMOWANIE

Najniższa część sukcesji dolnego–środkowego wapienia muszlowego w kopalni „Stare Gliny” koło Olkusza zawiera liczne fragmenty kości kęgowców. Pakiet ten o maksymalnej odsłoniętej miąższości 7 m zalega przekraczając na nachylonej pod kątem kilkunastu stopni powierzchni dewońskiej i utworzył się w środkowym anizyku



(najprawdopodobniej w okresie pomiędzy środkowym bitynem a wczesnym pelsonem) podczas postępującej z południowego-zachodu transgresji morskiej. Jest on zbudowany w głównej mierze z dolosiltytów i drobnoziarnistych dolarenitów oraz brekcji i zlepieńców z litoklastami dolomitów dewonu, które są alternowane smużystymi, gruzłowymi i masywnymi dolokretami, ryzolitami oraz poziomami krasu synsedymantacyjnego. Taka asocjacja litofacyjna powstawała w systemie lagun i wyżejplywowych równi, naprzemiennie zajmujących w tamtym czasie obszar wokół wyspy „Starych Glin”. Podrzedne występowanie kryptoalgowych laminitów wyklucza istnienie rozległych obszarów pokrytych matami mikrobialnymi typowymi dla strefy międzyplywowej równi pływowych. Udział facji wyżejplywowych oraz wielkość form krasowych rosną w kierunku brzegu przyległej elewacji, co świadczy o dłuższym czasie wynurzenia utworów bezpośrednio przyległych do wyspy, wynikającym najprawdopodobniej z niewielkiego nachylenia terenu.

Elementy kostne znaleziono we wszystkich typach litofacyjnych. Większość kości jest zwietrzała i uległa znacznej defragmentacji, co wyklucza określenie ich przynależności taksonomicznej. Jednak środkowotriasowe środowiska okołopływowe w innych częściach Europy były zasiedlane przez lądowe archozauromorfy *Macrocnemus* (np. Avanzini & Renesto, 2002; Diedrich, 2002, 2008; Etter, 2002), dlatego wydaje się, że to ten takson mógł zamieszkiwać i żerować w okolicy wyspy „Starych Glin” w anizyku. Z pewnością odkryte szczątki reprezentują zespół kręgowców starszy od opisanego z pobliskiej jaskini (Lis & Wójcik, 1958, 1960; Tarlo, 1959), w związku z czym oba zespoły mogły mieć różny skład taksonomiczny i wymagania środowiskowe. Niniejszy artykuł uzupełnia ogólny obraz kopalnych ekosystemów przyklifowych Górnego Śląska oraz całego basenu germańskiego.

Niniejsze badania były częścią prac doktorskich obu autorów i zostały sfinansowane z grantów nr 1199/B/P01/2010/38 oraz DEC-2011/01/N/ST10/06989 przyznanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, a także Narodowe Centrum Nauki. Autorzy dziękują Alfredowi Uchmanowi (Uniwersytet Jagielloński) za oznaczenie skamieniałości śladowych, Tomaszowi Krzykawskiemu (Uniwersytet Śląski) za przeprowadzenie badań rentgenostrukturalnych oraz anonimowemu recenzentowi za krytyczne uwagi i szereg cennych sugestii, które przyczyniły się do ulepszenia tekstu. Podziękowania należą się także Redaktorowi Naczelnemu Przeglądu Geologicznego za pomoc w przygotowaniu ostatecznej wersji artykułu.

## LITERATURA

ALEXANDROWICZ S.W. 1971 – Przekraczające ułożenie osadów triasowych na paleozoicznym podłożu w rejonie między Kluczami a Bydlinem. *Rudy i Metale*, 16: 468–470.  
ALONSO-ZARZA A.M. 2003 – Palaeoenvironmental significance of palustrine carbonates and calcretes in the geological record. *Earth-Sci. Rev.*, 60: 261–298.  
ASSMANN P. 1944 – Die Stratigraphie der oberschlesischen Trias. Teil II – Der Muschelkalk. *Abh. Reichsanst. Bodenforsch.*, 208: 1–124.  
AVANZINI M. & RENESTO S. 2002 – A review of *Rhynchosauroides tirolicus* Abel, 1926, ichnospecies (Middle Triassic: Anisian–Ladinian) and some inferences on *Rhynchosauroides* trackmaker. *Riv. Ital. Paleont. Stratigr.*, 108: 51–66.  
BARDZIŃSKI W., SURMIK D. & LEWANDOWSKI M. 2008 – Stanowisko kręgowców środkowego triasu koło Żygłina na Górnym Śląsku. *Prz. Geol.*, 56: 532–536.

BILAN W. & GOLONKA J. 1972 – Poziom onkolitowy w środkowym wapieniu muszlowym wschodniego obrzeżenia Zagłębia Górnośląskiego. *Kwart. Geol.*, 16: 491–493.  
BORSUK-BIAŁYNICKA M. & EVANS S.E. 2009 – An Early Triassic vertebrate assemblage from karst deposits at Czatkowice, Poland. *Palaeont. Pol.*, 65: 1–332.  
BORSUK-BIAŁYNICKA M., COOK E., EVANS S.E. & MARYAŃSKA T. 1999 – A microvertebrate assemblage from the Early Triassic of Poland. *Acta Palaeont. Pol.*, 44: 167–188.  
BORSUK-BIAŁYNICKA M., MARYAŃSKA T. & SHISHKIN M.A. 2003 – New data on the age of the bone breccia from the locality Czatkowice 1 (Cracow Upland, Poland). *Acta Palaeont. Pol.*, 48: 153–155.  
CHRZĄSTEK A. & NIEDŹWIEDZKI R. 1998 – Kregowce retu i dolnego wapienia muszlowego na Śląsku. *Pr. Geol.-Miner. UWroc.*, 64: 69–81.  
DIEDRICH C. 2002 – Vertebrate track bed stratigraphy at new megatrack sites in the Upper Wellenkalk Member and orbicularis Member (Muschelkalk, Middle Triassic) in carbonate tidal flat environments of the Western Germanic Basin. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 183: 185–208.  
DIEDRICH C. 2008 – Millions of reptile tracks – Early to Middle Triassic carbonate tidal flat migration bridges of Central Europe – reptile immigration into the Germanic Basin. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 259: 410–423.  
ESTEBAN M. & KLAPPA C.F. 1983 – Subaerial exposure environment. [W:] Scholle P.A., Bebout D.G. & Moore C.H. (red.), *Carbonate depositional environments*. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem., 33: 1–54.  
ETTER W. 2002 – Monte San Giorgio: Remarkable Triassic Marine Vertebrates. [W:] Bottjer D.J., Etter W., Hagadorn J.W. & Tang C.M. (red.), *Exceptional fossil preservation – A unique view on the evolution of marine life*. Columbia University Press, New York: 221–242.  
GINSBURG R.N. 1960 – Ancient analogues of Recent stromatolites. *Proceedings of 21<sup>st</sup> International Geological Congress, Copenhagen*, Section, 22: 26–35.  
GŁĄZEK J. 1989 – Paleokarst of Poland. [W:] Bosák P., Ford D.C., Głazek J. & Horaček I. (red.), *Paleokarst*. Academia, Praha: 77–105.  
GÜRICH G. 1884 – Über einige Saurier des oberschlesischen Muschelkalkes. *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, 36: 125–144.  
HAGDORN H. 2007 – Röt & Muschelkalk. Röt and Muschelkalk macrofaunas in Poland. [W:] Szulc J. & Becker A. (red.), *International Workshop on the Triassic of southern Poland, Pan-European Correlation of the Epicontinental Triassic, 4<sup>th</sup> Meeting, 3–8.09.2007, fieldtrip guide*: 17–26.  
HUENE F. von 1902 – Übersicht über die Reptilien der Trias. – Jena (Gustav Fischer).  
HUENE F. von 1916 – Beiträge zur Kenntnis der Ichthyosaurier im deutschen Muschelkalk. *Palaeontographica*, 62: 1–61.  
HUENE F. von 1936 – Henodus chelyops, ein neuer Placodontier. *Palaeontographica*, 84: 8–147.  
KENDALL C.G.ST.C. & SKIPWITH P.A.d'E. 1968 – Recent algal mats of a Persian Gulf lagoon. *J. Sediment. Petrol.*, 38: 1040–1058.  
KNAUST D. 2013 – The ichnogenus *Rhizocorallium*: Classification, trace makers, palaeoenvironments and evolution. *Earth-Sci. Rev.*, 126: 1–47.  
KOWAL-LINKA M. & BODZIOCH A. 2012 – Warstwy kościoczońskie z *Dactylosaurus* (Reptilia, Saurapterygia) z retu (trias dolny, olenek) Opolszczyzny. *Prz. Geol.*, 60: 646–649.  
KOWAL-LINKA M., JOCHUM K.P. & SURMIK D. 2014 – LA-ICP-MS analysis of rare earth elements in marine reptile bones from the Middle Triassic bonebed (Upper Silesia, S Poland): Impact of long-lasting diagenesis, and factors controlling the uptake. *Chem. Geol.*, 363: 213–228.  
LIS J. & WÓJCIK Z. 1958 – Brekcja kostna w łomie Gliny pod Olkuszem. *Prz. Geol.*, 6: 554–556.  
LIS J. & WÓJCIK Z. 1960 – Triassic bone breccia and karst forms in Stare Gliny quarry near Olkusz (Cracow Upland). *Kwart. Geol.*, 4: 55–75.  
MATYSIK M. 2012 – Origin of high-frequency depositional cycles in Muschelkalk of southern Poland. Niepublikowana rozprawa doktorska. Uniwersytet Jagielloński, Kraków: 1–305.  
MATYSIK M. 2014 – Sedimentology of the „ore-bearing dolomite” of the Kraków-Silesia region (Middle Triassic, southern Poland). *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 84: 81–112.  
MATYSIK M. 2016 – Facies types and depositional environments of a morphologically diverse carbonate platform: a case study from the Muschelkalk (Middle Triassic) of Upper Silesia, southern Poland. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 86.  
MEYER H. von 1847–1855 – Zur Fauna der Vorwelt. 2 Abt. Die Saurier des Muschelkalkes mit Rücksicht auf die Saurier aus Bunter Sandstein und Keuper. Frankfurt a. Main: 1–167.



- MYSZKOWSKA J. 1992 – Lithofacies and sedimentation of Diplopora Dolomite (Middle Muschelkalk) in the east part of the Cracovian-Silesian region. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 62: 19–62.
- NAWROCKI J. & SZULC J. 2000 – The Middle Triassic magnetostratigraphy from the Peri-Tethys Basin in Poland. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 182: 77–92.
- PASZKOWSKI M. & WIECZOREK J. 1982 – Fossil karst with Mesozoic bone breccia in Czatkowice (Cracow Upland, Poland). *Kras i Speleologia*, 4: 32–38.
- RIEPPPEL O. & KEBANG L. 1995 – *Pachypleurosaurus* (Reptilia: Sauropterygia) from the Lower Muschelkalk, and a Review of the Pachypleurosauroidae. *Fieldiana, Geology*, 32: 1–44.
- RIEPPPEL O. & HAGDORN H. 1997 – Paleobiogeography of Middle Triassic Sauropterygia in Central and Western Europe. [W:] Callaway J.M. & Nicholls E.L. (red.), *Ancient Marine Reptiles*. Academic Press, San Diego: 121–144.
- SCHMIDT M. 1928 – Die Lebewelt unserer Trias. Öhringen: 1–461.
- SCHRAMMEN A. 1899 – Beitrag zur Kenntniss der Nothosauriden des unteren Muschelkalkes in Oberschlesien. *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, 51: 388–408.
- SEILACHER A. 1986 – Evolution of behavior as expressed in marine trace fossils. [W:] Nitecki M.H. & Kitchell J.A. (red.), *Evolution of Animal Behavior. Paleontological and Field Approaches*. Oxford University Press, New York: 62–87.
- SENKOWICZOWA H. 1998 – Triassic of the north-eastern margin of the Upper Silesian Coal Basin. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 378: 5–58.
- SHINN E.A., LLOYD R.M. & GINSBURG R.N. 1969 – Anatomy of a modern carbonate tidal flat, Andros Island, Bahamas. *J. Sediment. Petrol.*, 39: 1202–1228.
- SOBCZYŃSKI P. & SZUWARZYŃSKI M. 1977 – Występowanie kości kręgowców w utworach dolnego wapienia muszlowego okolic Chrzanowa. *Prz. Geol.*, 25: 31–32.
- SULEJ T., NIEDŹWIEDZKI G., NIEDŹWIEDZKI R., SURMIK D. & STACHACZ M. 2011 – Nowy zespół kręgowców z marginalno-morskich i lądowych osadów dolnego kajpru (ładyn, środkowy trias) z Miedar na Śląsku. *Prz. Geol.*, 59: 426–430.
- SURMIK D. 2010a – Preliminary taphonomical analysis of Lower Muschelkalk bone accumulation in Silesia (Poland). [W:] Nowakowski D. (red.), *Morphology and Systematic of Fossil Vertebrates*. DN Publisher, Wrocław: 110–117.
- SURMIK D. 2010b – Zróżnicowanie taksonomiczne i wybrane aspekty tafonomii gadów morskich wapienia muszlowego Śląska, Niepublikowana praca magisterska. Arch. Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec: 1–110.
- SURMIK D. 2013 – Triasowe gady morskie w Polsce. *Rocz. Muz. Ewolucji Inst. Paleobiol. PAN*, 5: 9–16.
- SURMIK D. & BRACHANIEC T. 2013 – The large superpredators' teeth from Middle Triassic of Poland. *CTGeo*, 2: 91–94.
- SURMIK D., BOCZAROWSKI A., BALIN K., DULSKI M., SZADE J., KREMER B. & PAWLICKI R. 2016 – Spectroscopic Studies on Organic Matter from Triassic Reptile Bones, Upper Silesia, Poland. *PLoS ONE*, 11: e0151143.
- SZULC J. 2000 – Middle Triassic evolution of the Northern Peri-Tethys area as influenced by early opening of the Tethys Ocean. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 70: 1–48.
- SZULC J. 2007 – Stop II .4. Stare Gliny – active quarry. [W:] Szulc J. & Becker A. (red.), *International Workshop on the Triassic of southern Poland, Pan-European Correlation of the Epicontinental Triassic*, 4<sup>th</sup> Meeting, 3–8.09.2007, fieldtrip guide: 60–61.
- ŚLIWIŃSKI S. 1961 – Warstwy olkuskie. *Rudy i Metale*, 12: 526–529.
- ŚLIWIŃSKI S. 1964 – Geologia obszaru siewierskiego. *Pr. Geol. Pol. Akad. Nauk*, 25: 18–58.
- TARLO L.B. 1959 – A new Middle Triassic reptile fauna from fissures in the Middle Devonian limestones of Poland. *Proc. Geol. Soc. London*, 1538: 63–64.
- VOLZ W. 1902 – *Proneusticosaurus*, eine neue Sauropterygier-Gattung aus dem unteren Muschelkalk Oberschlesiens. *Palaeontographica*, 49: 121–162.
- WRIGHT V.P. & TUCKER M.E. 1991 – Calcretes: an introduction. [W:] Wright V.P. & Tucker M.E. (red.), *Calcretes*. IAS Reprint series 2. Blackwell Scientific Publications, Oxford: 1–22.
- WYCZÓŁKOWSKI J. 1971 – Wpływ morfologii powierzchni podłoża paleozoicznego na sedymentację osadów pstręgo piaskowca i dolnego wapienia muszlowego. *Biul. Inst. Geol.*, 243: 121–150.
- WYCZÓŁKOWSKI J. 1982 – Transgresja morza triasowego na obszarze północno-wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Biul. Inst. Geol.*, 342: 39–72.
- ZAWIDZKA K. 1975 – Conodont stratigraphy and sedimentary environment of the Muschelkalk in Upper Silesia. *Acta Geol. Pol.*, 25: 217–256.
- ZEUSCHNER L. 1836 – Krakauer Muschelkalk, seine Erzführung und Knochenreste. *Neues Jahrb. Miner., Geognos., Geol. und Petrefaktenkunde*: 340–342.

Praca wpłynęła do redakcji 24.09.2014 r.

Akceptowano do druku 22.02.2016 r.